

Tematikus talajtérképek dezaggregálási lehetőségei digitális talajtérképezési eljárásokkal

Pásztor László¹ – Bakacsi Zsófia² – Szabó József³ – Takács Katalin⁴ –
Laborczi Annamária⁵

¹ tudományos főmunkatárs, MTA ATK TAKI, pasztor@rissac.hu;

² tudományos főmunkatárs, MTA ATK TAKI, zsofi@rissac.hu;

³ tudományos főmunkatárs, MTA ATK TAKI, james@rissac.hu;

⁴ tudományos segédmunkatárs, MTA ATK TAKI, takacs.katalin@rissac.hu;

⁵ tudományos segédmunkatárs, MTA ATK TAKI, laborczi@rissac.hu

Abstract: Certain thematic soil maps are not available in Hungary in the recently required scale. The original maps were compiled (i) in analogue (as opposed to digital) environment and (ii) sometimes applying hardly reproducible rules. Their theme, however, represents a widely used, embedded information source. So they are expected to be produced in larger scale. Classification and regression trees, having numerous advantages, can be applied for the understanding of the soil-landscape models involved in existing soil maps, and for the post-formalization of survey/compilation rules. The relationships identified and expressed in decision rules make the creation of spatially refined maps possible with the aid of high resolution environmental auxiliary variables.

Bevezetés

A talajok különböző statikus és dinamikus jellemzőire, illetve a környezeti folyamatokban betöltött szerepére vonatkozó információk iránt a társadalmi igények folyamatosan bővülnek (BULLOCK, P. 1999; MERMUT, A. R.–ESWARAN, H. 2000; TÓTH et al. 2008; BAUMGARDNER, M. F. 2011). A hazai térképi alapú (mostanra szinte kizárólagosan) digitális talajtani adatigények aktuális kiszolgálására több lehetőség adódik. Az ideális megoldás – legalábbis a felhasználó szempontjából – minden felmerülő probléma esetén egyedi, specifikus, térben és tematikusan is nagy részletességű adatgyűjtésen alapuló térképezés lenne. Erre azonban talán soha nem lesz lehetőség. Marad a korlátozott adatgyűjtés, avagy jellemzően annak teljes hiánya. Ilyenkor a rendelkezésre álló, archív adatokra tudunk támaszkodni.

Jelentős mennyiségű, korábbi adatokon alapuló digitális talajinformáció áll Magyarországon is készen a talajtani adatigények legalább részleges kielégítésére, köszönhetően, hogy az 1980-as évektől kezdődően a térképi alapú talajtani információk jelentős része került digitális feldolgozásra és épült be különböző térbeli talajinformációs rendszerekbe (TTIR; PÁSZTOR et al., 2013a). Számos előnyük ellenére figyelemmel kell lenni azonban arra, hogy ezen adatbázisok eredeti adatrendszerre nem a mai igények kielégítésére jött létre, és semmi esetre sem tekinthetők onnipotensnek. Jól hasznosíthatóknak

viszont igen, hiszen jelentős tudás és tapasztalat halmozódott fel bennük, amelyek megfelelő kérdésfeltevéssel és módszerek alkalmazásával belőlük kinyerhetők, megnyitva a továbbfejlesztésük lehetőségeit.

Gyakran felmerülő probléma, hogy különböző léptékekben nem áll rendelkezésre azonos tematikus információ. Léteznek például genetikus talajtérképek, illetve a talajértékelésre vonatkozó információt hordozó térképek országos és üzemi léptékben, de a kettő közötti térbeli felbontásban nem. Márpedig számos esetben szükséges az üzemi térképek által lefedett területeknél jóval nagyobb kiterjedésben (megyékre, de akár az egész országra is) az országos térképek által nyújtott térbeli felbontást meghaladó térbeli információ. Jelen munkában ezen problémára, azaz bizonyos, kategória típusú tematikus talajtérképek térbeli felbontásának újraosztályozással történő javítására (dezaggregálására) mutatunk megoldást.

Anyag és módszer

Talajtérképi és talajtérképezési háttér

Az Agrotopográfiai térképek szintetizáló munka eredményeként születtek. Ez döntően a Kreybig-féle talajfelvételezés adataira alapozva és a Kreybig térképek talajfoltjainak térbeli és tematikus generalizálásával történt (VÁRALLYAY et al., 1979, 1980). A generalizálás összevonással és elhanyagolással, ennek megfelelően információvesztéssel jár. Az így született agroökológiai egységek értelemszerűen inhomogének, amelyek összetételére vonatkozóan a Kreybig mintázat jelentős információtartalommal bír. Az agroökológiai egységeket másrésről az akkor segédeszközüln választott 1:100.000-es topográfiai térképek által szolgáltatott domborzathoz illesztették. Nagyobb léptékű, jobb felbontású topográfiai alap alkalmazása szintén hatékony eszközüln szolgálhat a foltokon belüli heterogenitás modellezéséhez. Az Agrotopográfiai térképek az AGROTOPO, a Kreybig térképezés alap- és feldolgozott adatai pedig a DKTIR (Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer) adatbázisban az ország teljes területére térinformatikai elemzésre alkalmas formában rendelkezésre állnak.

A talajtérkép a talajtakaró specifikus térbeli modellje, melynek megalkotása a talajképző folyamatok szem előtt tartásával történik. Ezen definíció egyes elemeit illetően a digitális forradalom során jelentős és lényegében egyidejű változások következtek be, amelyek hatásának köszönhető a digitális talajtérképezés kialakulása, megerősödése, majd elterjedése az utóbbi évtizedben (McBRATNEY et al. 2003; DOBOS et al. 2006; LAGACHERIE et al. 2006;

BOETTINGER et al. 2010; SZATMÁRI G.–BARTA K. 2013). A talajképző folyamatok egyes szegmenseire közvetve vagy közvetlenül vonatkozó térinformatikai (térbeli és egyben digitális) információk egyre nagyobb mennyiségben, térbeli felbontásban és olcsóbban váltak elérhetővé. Az így elérhető ún. környezeti segédinformációk és a talajok egyes jellemzői közötti, néha nagyon bonyolult és áttételes kapcsolatok számszerűsítésére determinisztikus modellek híján is hatékonyan alkalmazható matematikai (geo-)statisztikai és adatbányászati eszközök jelentek meg. Ezeket eredendően más szakterületek problémáinak kezelésére fejlesztették ki, de digitális talajtérképezési feladatokban is jól adaptálhatónak bizonyultak.

Döntési fák és talajtérképezési alkalmazásuk

A döntési fák olyan adatbányászati módszercsaládot képviselnek, amelynek alapötlete, hogy bonyolult összefüggéseket egyszerű döntések sorozatából építenek fel (mintegy sorba fejtve azokat). A fát egy ún. tanító adatbázisból rekurzívan állítjuk elő. Az osztályozó fák mindig a lehető legnagyobb homogén osztályt választják le valamely jól megválasztott, jellemzően entrópia jellegű mérték (pl.: Gini, Shannon index) szerint. A döntési fák a kezdőfeltételtől (a gyökérből) egy besorolásig (levélbe) vezető út mentén a feltételeket összeolvasva könnyen értelmezhető szabályokat kapunk. A döntési fák számos előnnyel rendelkeznek, többek közt az alábbiakkal.

- Kategória és numerikus típusú változókra egyaránt alkalmazhatók.
- A változók közötti nem-linearitás kapcsolatok esetén is alkalmazhatók.
- Automatikusan felismerik a lényegtelen változókat és így a fák teljesítménye zaj jelenlétében sem romlik.
- Automatikusan felismerik a kollinearitást.
- Nagyméretű adathalmazokra is hatékonyan felépíthetők.
- A fák szerkezete invariáns a független (numerikus) változók monoton transzformációjára.

A döntési fákból nyert döntési szabályhalmazok egyértelműek, így osztályozásra használhatók. Viszont több feltételsor is vezethet azonos döntéshez, azaz a fa több levele is reprezentálhatja ugyanazt az osztályt.

A döntési, avagy osztályozási fákat hatékonyan alkalmazták a világ különböző részein talajtípusok előfordulásának térbeli modellezésére, azaz hagyományos értelemben vett talajtérképek előállítására (Ausztrália: MORAN, C. J.–BUI, E. N. 2001; Brazília: GIASSON et al. 2011; Dánia: BOU KHEIR et al. 2010; Magyarország: ILLÉS et al. 2011; USA: SCULL et al. 2005). Ezen munkáknál, jellemzően, viszonylag kevés feltárásban elvégzett osztályozás eredményének térbeli kiterjesztése történt meg a helyi fiziográfiai viszonyokhoz illeszkedő

talaj-táj modellek szerinti környezeti segédváltozók segítségével.

A döntési fák felhasználhatók a már létező talajtérképekben foglalt talaj-táj modellek megértésére, a felvételezési, szerkesztési szabályok utólagos formalizálására is (MORAN, C. J.–BUI, E. N. 2001; HÄRING et al. 2012). Az így feltárt és döntési szabályokba foglalt összefüggések pedig nagy felbontású környezeti segédváltozók segítségével térbelileg finomított térképek előállítását teszik lehetővé. Ezen segédváltozók között speciális szerepet töltenek be a nagyobb térbeli felbontású, de eltérő tematikájú talajtani információk. Magyarországon a teljes Kreybig térképi archívum (KREYBIG L. 1937) térinformatikai feldolgozása (PÁSZTOR et al. 2012) ezen a téren hatalmas potenciált hozott létre. Mindezen lehetőségek együttes kihasználásával tettünk kísérletet kategória típusú tematikus talajtérképek dezaggregálására. Jelen dolgozatban két példát mutatunk a vázolt koncepció konkrét alkalmazására:

(i) Az Országos Területrendezési Terv megújítása szándékai szerint már a kezdetektől olyan területi lehatárolásokat tűz ki célul, amelyek a korábbiaknál harmonikusabb átmenetet jelentenek a nagyobb felbontású megyei és települési szint felé. A részletesebb szintű rendezési tervek kidolgozásához a Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer (DKTIR) használatát korábbi munkánkban ismertettük (SZABÓ et al. 2007). A DKTIR országos kiépítése természetesen sugallta a gondolatot, hogy a Kiváló Termőképességű Területek országos léptékű lehatárolásához jól alkalmazható eszközt adhat a kezünkbe megfelelő módszer alkalmazása esetén. Ez utóbbi pedig az AGROTOPO talajértékszám kategóriáinak leskálázása döntési fák segítségével. (Mivel a talajértékszám ordinális skálán jellemzi a talajok termőképességét, numerikus változóként is kísérletet tettünk térbeli leskálázására, jelesen regressziós krigelés segítségével, mely módszerrel részletesebben foglalkozunk másik cikkünkben (SZATMÁRI et al. 2013).

(ii) SZABOLCS ÉS MUNKATÁRSAI (1968, 1969a) az öntözés tervezését szolgáló térképezési módszertant dolgoztak ki és hajtottak végre 1:100.000-es léptékben Szolnok, Hajdú-Bihar, Békés és Csongrád megyék területére. A nagyobb léptékű térképezési módszertant is kidolgozták 1:25.000-es léptékben, részletesen ismertetve az ahhoz szükséges alaptérképek elkészítését (SZABOLCS et al. 1969b), de magát a térképezést csak korlátozottan, mintajelleggel végezték el. Az öntözés jelentősége ma sem vitatható; tervezési munkálataihoz ideális eszközt nyújthat a korábban kidolgozott módszertan digitális implementálása és a részletes felbontású térképezés elvégzése további területekre. Jelen kontextusban a lényeges elem, hogy az öntözés talajtani lehetőségeinek regionalizálásához a módszertan épít a talajtakaró genetikus osztályozására, ami 1:25.000-es léptékben nem áll általánosságban rendelkezésre hazánkban.

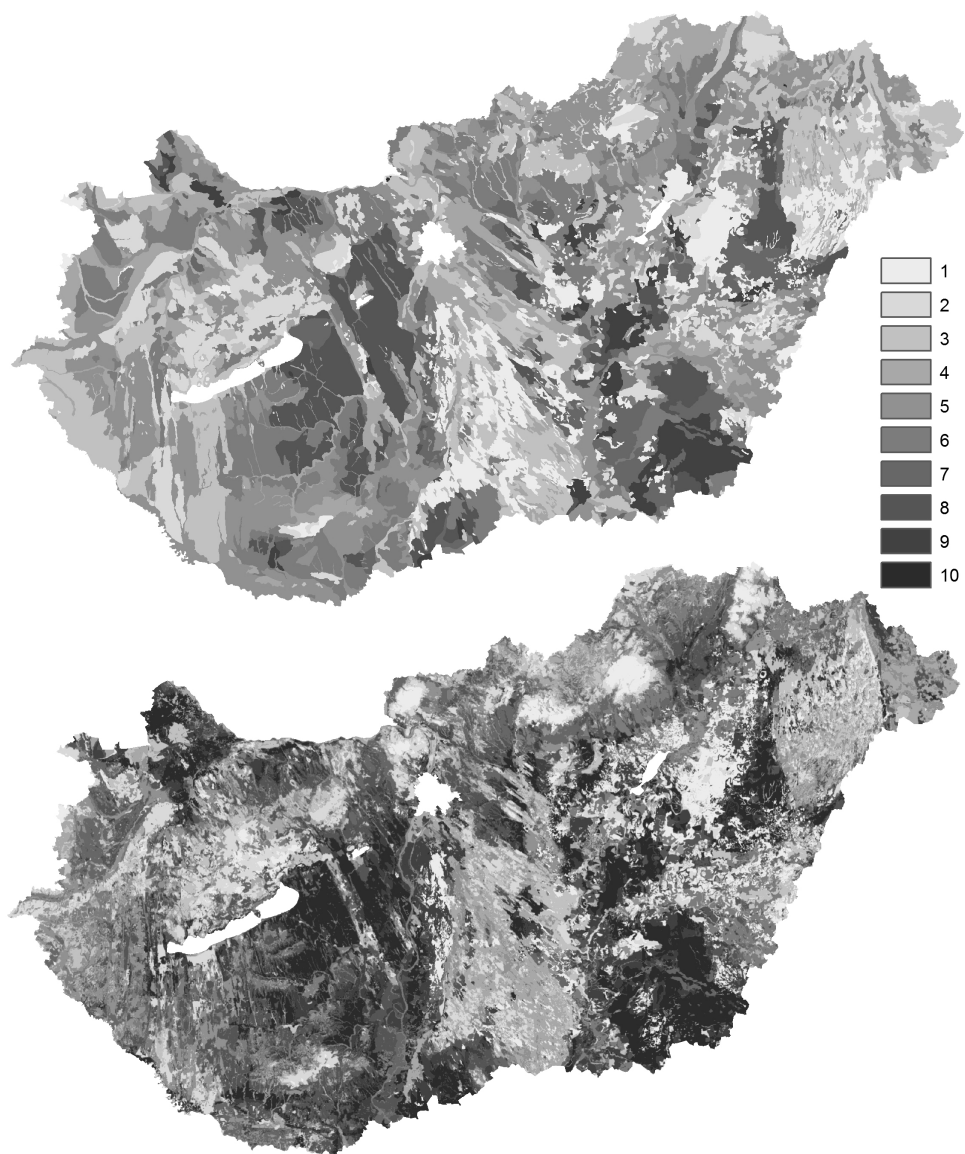
Ennek áthidalására kísérletet tettünk az AGROTOPO genetikus típus fedvényének leskálázására a Mezőberényi belvízöblözet területére a DKTIR és természetesen egyéb környezeti segédváltozók, illetve osztályozó fák felhasználásával.

A domborzati paraméterek származtatását mindkét esetben SAGA (System for Automated Geoscientific Analysis) GIS környezetben végeztük el. Az osztályozó fák előállításához a STATISTICA szoftver (StatSoft, Inc.) adatbányászati modulját használtuk.

Eredmények

A talajértékszám kategória térkép dezaggregálási feladat elvégzéséhez szükséges segédadatok kiválasztása a talajképződési tényezők szem előtt tartásával, illetve az ezekre vonatkozó elérhető térképi alapú információk elérhetősége alapján történt. Segédváltozóként az SRTM digitális domborzatmodellt (RABUS et al. 2003) és a DKTIR talajtérképi egységeit használtuk. A DDM-ből a következő elsődleges, illetve másodlagos paramétereket szár-maztattuk: tengerszint feletti magasság, LS faktor (WISCHMEIER, W. H.–SMITH, D. D. 1978), topográfiai pozíció index (500 m, illetve 2000 m-rel paraméterezve) és relatív magasság. A talajokat öt szempont alapján jellemeztük. Vízgazdálkodási, kémiai tulajdonságaik, sekély termőréteg vastagságuk, illetve tájtermesztési besorolásuk a DKTIR talajfoltjainak attribútumai. A szervesanyag-tartalomra vonatkozóan a DKTIR talajszelvény adatbázisának felhasználásával készítettünk regresszió krigelessel – a SZATMÁRI ÉS MUNKATÁRSAI (2013) által bemutatott módon – országos szervesanyag-térképet. Az elemzésekhez 100 méteres cellaméretet használtunk. A vektoros állományokat az így definiált referencia-rácsra vonatkoztatva alakítottuk raszterekké. Az AGROTOPO talajértékszám kategóriáiban megjelenő modellezési szabályokat mintegy 30.000, véletlenszerűen, de bizonyos peremfeltételek szerint elszórt virtuális mintavételi pontban próbáltuk értelmezni a segédváltozók alapján. Kitétel volt, hogy az AGROTOPO minden térképi egységébe legalább egy mintavételi pont essen, illetve, hogy két szomszédos pont távolsága legalább 200 méter legyen. A döntési fa algoritmusban a talajértékszám kategória jelentette az osztályozandó, függő változót, a környezeti segédadatok pedig a független változók halmazát. Az osztályozást különböző paraméterezéssel végeztük el.

A genetikus típus térkép dezaggregálási feladat elvégzéséhez környezeti segédadatként 20 méteres digitális domborzatmodellt és a DKTIR talajtérképi egységeit használtuk. A DDM-ből a következő elsődleges, illetve másodlagos



1. ábra Az eredeti és a leskálázott, országos talajértékszám térkép

paramétereket származtattuk: tengerszint feletti magasság, sík-görbület, csatorna-hálózat alapszint (channel network base level), relatív magasság. A talajokat két szempont, vízgazdálkodási és kémiai tulajdonságaik alapján jellemeztük. Az elemzésekhez a DDM 20 méteres cellaméretét használtunk. A vektoros állományokat az így definiált referencia-rácsra vonatkoztatva alakítottuk raszterekké. Az AGROTOPO genetikus típusaiban megjelenő modellezési szabályokat mintegy 5.000, véletlenszerűen kijelölt pontban

próbáltuk értelmezni a segédváltozók alapján. Peremfeltétel volt, hogy az AGROTOPO genetikus foltjaiba legalább öt mintavételi pont essen, illetve hogy két szomszédos pont távolsága legalább 40 méter legyen. A döntési fa algoritmusban a genetikus típus jelentette a függő, célváltozót, a környezeti segédadatok pedig a független változók halmazát. Az osztályozást különböző paraméterezéssel végeztük el.

Az osztályozás eredményeit alkalmaztuk a tanuláshoz használt, teljes területi fedettséget nyújtó, nagy térbeli felbontású fedvényekre. A pixel alapú kategorizálás eredményeképpen állnak elő a célul kitűzött leskálázott térképek. Az *1. ábra* megpróbálja szemléltetni azt a térbeli felbontásban történt drasztikus javulást, amit a visszaosztályozás utáni térképek szolgáltatnak.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat az K105167 OTKA pályázat támogatta.

Felhasznált irodalom

- BAUMGARDNER, M. F. (2011): Soil databases. In: Handbook of Soil Sciences: Resource Management and Environmental Impacts. (Eds.: Huang, P. M – Li, Y. – Sumner, M. E.) 21–35. CRC Press. Boca Raton.
- BOETTINGER, J. L – HOWELL D. W. – MOORE A. C. – HARTEMINK A. E. – KIENAST–BROWN, S. (eds.) (2010): Digital Soil Mapping: Bridging Research, Environmental Application, and Operation. Elsevier.
- BOU KHEIR, R. – BØCHER, P. K. – GREVE, M. B. – GREVE, M. H. (2010): The application of GIS based decision-tree models for generating the spatial distribution of hydromorphic organic landscapes in relation to digital terrain data. Hydrol. Earth Syst. Sci. 14. pp. 847–857.
- BUI, E. N. – MORAN, C. J. (2001): Disaggregation of polygons of surficial geology and soil maps using spatial modelling and legacy data. Geoderma. 103.pp. 79–94.
- BULLOCK P. (1999): Soil Resources of Europe – An Overview. In: Bullock P, Jones R J A, Montanarella L. (eds.) Soil Resources of Europe, European Soil Bureau Research Report 6, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- DOBOS E. – CARRÉ F. – HENGL T. – REUTER HI. – TÓTH G. (eds.) (2006): Digital Soil Mapping as a Support to Production of Functional Maps. EUR 22123 EN. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.
- HÄRING, T. – DIETZ, E. – OSENSTETTER, S. – KOSCHITZKI, T. – SCHRÖDER B. (2012): Spatial disaggregation of complex soil map units: A decision-tree based approach in Bavarian forest soils. Geoderma. 185–186. pp. 37–47.
- GIASSON, E. ET AL. (2011): Decision trees for digital soil mapping on subtropical basaltic steeplands. Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) [online]. 68. (2) pp. 167–174.

- ILLÉS G. – KOVÁCS G. – HEIL B. (2011): Comparing and evaluating digital soil mapping methods in a Hungarian forest reserve., *Canadian Journal of Soils Science*, Vol 91 (4), pp. 615-626.
- KREYBIG L. (1937): A Magyar Királyi Földtani Intézet talajfelvételi, vizsgálati és térképezési módszere. M. Kir. Földtani Intézet Évkönyve. 31. pp. 147–244.
- LAGACHERIE P. – MCBRATNEY A. – VOLTZ M. (eds.) (2007): *Digital soil mapping: an introductory perspective*. Elsevier.
- MCBRATNEY A.B. – MENDONÇA SANTOS M.L. – MINASNY B. (2003): On digital soil mapping. *Geoderma*, Elsevier B.V., Amsterdam, 117 (1–2) pp. 3–52.
- MERMUT A.R. – ESWARAN H. (2000): Some major developments in soil science since the mid-1960s. *Geoderma*, 100: pp. 403–426.
- MORAN, C.J. – BUI, E.N. (2002): Spatial data mining for enhanced soil map modelling. *International Journal of Geographic Information Science*. 16. pp. 533–549.
- PÁSZTOR L. – SZABÓ J. – BAKACSI ZS. – MATUS J. – LABORCZI A. (2012): Compilation of 1:50,000 scale digital soil maps for Hungary based on the Digital Kreybig Soil Information System. *J. Maps*. 8. (3) pp. 215–219.
- PÁSZTOR L. – SZABÓ J. – BAKACSI ZS. – LABORCZI A. (2013): Elaboration and applications of spatial soil information systems and digital soil mapping at Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences. *Geocarto International* 28(1) pp. 13-27.
- PÁSZTOR L. – SZABÓ J. – BAKACSI ZS. – LABORCZI A. – DOBOS E. – ILLÉS G. – SZATMÁRI, G. (2014): Elaboration of novel, countrywide maps for the satisfaction of recent demands on spatial, soil related information in Hungary. In: *GlobalSoilMap* (Ed.: Arrouays, D.). CRC Press/Balkema. pp. 207-212.
- RABUS, B. – EINEDER, M. – ROTH, A. – BAMLER, R. (2003): The shuttle radar topography mission – a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. *Photogramm. Rem. Sens.* 57. pp. 241–262.
- SCULL, P. – FRANKLIN, J. – CHADWICK, O.A. (2005): The application of classification tree analysis to soil type prediction in a desert landscape. *Ecological Modeling*. 181. pp. 1–15.
- SZABÓ J., PÁSZTOR L., BAKACSI ZS., LÁSZLÓ P. – LABORCZI A. (2007): A Kreybig Digitális Talajinformációs Rendszer alkalmazása térségi szintű földhasználati kérdések megoldásában. *Agrokémia és Talajtan*. 56. pp. 5–20.
- SZABOLCS I. – DARAB K. – VÁRALLYAY GY. (1968): A tiszai öntözőrendszerek és a Magyar Alföld talajainak termékenysége. I. Az öntözés talajtani lehetőségei és feltételei Szolnok, Hajdú-Bihar, Békés és Csongrád megyék területén. *Agrokémia és Talajtan*. 17. pp. 453–464.
- SZABOLCS I. – DARAB K. – VÁRALLYAY GY. (1969a): A tiszai öntözőrendszerek és a Magyar Alföld talajainak termékenysége. II. A talajvíz „kritikus” mélysége a kiskörei öntözőrendszer által érintett területeken. *Agrokémia és Talajtan*. 18. pp. 211–220.
- SZABOLCS I. – DARAB K. – VÁRALLYAY GY. (1969b): A tiszai öntözőrendszerek és a Magyar Alföld talajainak termékenysége. III. Az öntözés lehetőségeit és feltételeit ábrázoló 1:25000-es léptékű térképek készítésének módszerei. *Agrokémia és Talajtan*. 18. pp. 221–234.

- SZATMÁRI G. – BARTA K. (2013): Csernozjom talajok szervesanyag-tartalmának digitális térképezése erózióval veszélyeztetett mezőföldi területen. *Agrokémia és Talajtan*. 62 (1) pp. 47–60.
- SZATMÁRI G. – ILLÉS G. – LABORCZI A. PÁSZTOR L. (2013): A talajok szervesanyag-készletének nagyléptékű térképezése regresszió krigeléssel Zala megye példáján. *Agrokémia és Talajtan*. 62. pp. 219–234.
- TÓTH, G. – MONTANARELLA, L. – STOLBOVOY, V. – MÁTÉ, F. – BÓDIS, K. – JONES, A. – PANAGOS, P. – VAN LIEDEKERKE, M. (2008): *Soils of the European Union*. EUR 23439 EN, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- VÁRALLYAY GY. – SZÜCS L. – MURÁNYI A. – RAJKAI K. – ZILAHY P. (1979): Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1:100.000 méretarányú térképe I. *Agrokémia és Talajtan*. 28.pp. 363–384.
- VÁRALLYAY GY. – SZÜCS L. – MURÁNYI A. – RAJKAI K. – ZILAHY P. (1980): Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1:100.000 méretarányú térképe II. *Agrokémia és Talajtan* 29. pp. 35–76.
- WISCHMEIER, W. H. – SMITH, D. D. (1978): *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning*. Agric. Handbook No. 537. US Govern. Printing Office. Washington, D. C.